

#7

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of:)
DI BERNARDO ET AL.)
Serial No. Not yet assigned)
Filing Date: Herewith)
For: ROBUST COMMUNICATION SYSTEM)
FOR TRANSMISSIONS IN A NOISY)
ENVIRONMENT)

1c760 U.S. PTO
09/747786
12/22/00

TRANSMITTAL OF CERTIFIED PRIORITY DOCUMENT

Director, U.S. Patent and Trademark Office
Washington, D.C. 20231

Sir:

Transmitted herewith is a certified copy of the
priority European Application No. 99830827.4.

Respectfully submitted,

December 22, 2000
DATE OF DEPOSIT
I HEREBY CERTIFY THAT THIS PAPER OR FEE IS BEING DEPOSITED
WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE EXPRESS MAIL FOR
OFFICE TO ADDRESSEE SERVICE UNDER 39 CFR 1.10 ON THE DATE
INDICATED ABOVE AND IS ADDRESSED TO THE COMMISSIONER OF
PATENTS AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C. 20231
Eric Link
(TYPE OR PRINTED NAME OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)
Eric Link
(SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)

Michael W. Taylor
MICHAEL W. TAYLOR
Reg. No. 43,182
Allen, Dyer, Doppelt, Milbrath
& Gilchrist, P.A.
255 S. Orange Avenue, Suite 1401
Post Office Box 3791
Orlando, Florida 32802
Telephone: 407/841-2330
Fax: 407/841-2343
Attorney for Applicants

THIS PAGE BLANK (USPTO)

CERTIFICATE OF MAILING

ADDRESS MAIL. MAILING LABEL NUMBER

DATE OF DEPOSIT

**I HEREBY CERTIFY THAT THIS MAIL OR FEE IS BEING DEPOSITED
WITH THE UNITED STATES POSTAL SERVICE EXPRESS MAIL POST
OFFICE TO ADDRESSEE SERVICE UNDER 39 CFR 110 ON THE DATE
INDICATED ABOVE AND IS ADDRESSED TO THE COMMISSIONER OF
PATENTS AND TRADEMARKS, WASHINGTON, D.C. 20031**

(TYPED OR PRINTED NAME OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)

(SIGNATURE OF PERSON MAILING PAPER OR FEE)



**Europäisches
Patentamt**

**European
Patent Office**

**Office européen
des brevets**



Bescheinigung

Certificate

Attestation

Die angehefteten Unterla-
gen stimmen mit der
ursprünglich eingereichten
Fassung der auf dem näch-
sten Blatt bezeichneten
europäischen Patentanmel-
dung überein.

The attached documents
are exact copies of the
European patent application
described on the following
page, as originally filed.

Les documents fixés à
cette attestation sont
conformes à la version
initialement déposée de
la demande de brevet
européen spécifiée à la
page suivante.

Patentanmeldung Nr. Patent application No. Demande de brevet n°

99830827.4

Der Präsident des Europäischen Patentamts;
Im Auftrag

For the President of the European Patent Office

Le Président de l'Office européen des brevets
p.o.

I.L.C. HATTEN-HECKMAN

DEN HAAG, DEN
THE HAGUE, 26/10/00
LA HAYE, LE

THIS PAGE BLANK (USPTO)



Europäisches
Patentamt

European
Patent Office

Office européen
des brevets

Blatt 2 der Bescheinigung
Sheet 2 of the certificate
Page 2 de l'attestation

Anmeldung Nr.:
Application no.: 99830827.4
Demande n°:

Anmeldetag:
Date of filing: 31/12/99
Date de dépôt:

Anmelder:
Applicant(s):
Demandeur(s):
STMicroelectronics S.r.l.
20041 Agrate Brianza (Milano)
ITALY

Bezeichnung der Erfindung:
Title of the invention:
Titre de l'invention:

Robust communication system for transmissions in a noisy environment

In Anspruch genommene Priorität(en) / Priority(ies) claimed / Priorité(s) revendiquée(s)

Staat:
State:
Pays:

Tag:
Date:
Date:

Aktenzeichen:
File no.
Numéro de dépôt:

Internationale Patentklassifikation:
International Patent classification:
Classification internationale des brevets:

H04L27/00

Am Anmeldetag benannte Vertragsstaaten:
Contracting states designated at date of filing: AT/BE/CH/CY/DE/DK/ES/FI/FR/GB/GR/IE/IT/LI/LU/MC/NL/PT/SE
Etats contractants désignés lors du dépôt:

Bemerkungen:
Remarks:
Remarques:

The original title of the application reads as follows:
Strong communication system for transmissions in a noisy environment.

The title of the application in Italian reads as follows:
Sistema di comunicazione robusto per trasmissioni in ambiente rumoroso.

THIS PAGE BLANK (USPTO)

Titolo: Sistema di comunicazione robusto per trasmissioni in ambiente rumoroso

DESCRIZIONE

La presente invenzione fa riferimento ad un sistema di comunicazione
5 robusto per trasmissioni in ambiente rumoroso.

Campo di applicazione

Com'è ben noto in questo specifico settore tecnico, i moderni sistemi di comunicazione o di telecomunicazione sono generalmente classificati in base alla natura del segnale (digitale, analogico), al tipo di trasmissione, al
10 tipo di modulazione, al mezzo trasmissivo, al tipo di canale ed alla natura del ricevitore.

In un qualunque sistema di comunicazione, l'obiettivo minimo è quello di assicurare una corretta ricezione dell'informazione trasmessa attraverso il canale di trasmissione. In realtà il termine "corretta" può risultare troppo
15 restrittivo per cui si preferisce utilizzare il termine "efficiente". In pratica, si tenta di provvedere ad una ricostruzione dell'informazione quanto più verosimile a quella trasmessa.

Se il canale di trasmissione fosse ideale, non sarebbe necessario prendere alcun particolare provvedimento, purtroppo però qualsiasi canale è affetto
20 da disturbi. La natura dei disturbi è variabile in funzione del tipo di canale, delle condizioni ambientali e meteorologiche in cui avviene la trasmissione, della frequenza e della natura del segnale (digitale o analogica).

Analizzeremo qui di seguito le problematiche inerenti la trasmissione di
25 segnali digitali. L'informazione digitale, espressa come sequenza di simboli, viene trasformata in una forma d'onda analogica attraverso un processo di modulazione, e quindi viene trasmessa nel canale di trasmissione. In ricezione, un demodulatore ricostruisce la sequenza di simboli trasmessa. L'efficienza della trasmissione viene normalmente
30 espressa in termini di Bit Error Rate (BER), cioè il numero di bit errati sul numero di bit trasmessi. Per diminuire il BER, generalmente si introduce in fase di trasmissione, a monte del modulatore, una ridondanza nei simboli. Si trasmettono così più simboli del necessario, il che comporta

un'occupazione in banda maggiore. La ridondanza viene aggiunta da un codificatore di canale, e tolta in ricezione da un decodificatore di canale.

Un altro approccio, non necessariamente esclusivo, per diminuire il BER consiste nell'aumentare l'energia associata a ciascun bit, sia trasmettendo
5 una maggior potenza o lo stesso bit per un periodo più lungo.

Un sistema di comunicazione può essere definito "robusto" quando l'informazione ricostruita in ricezione è corretta a prescindere dal tipo di canale, o meglio, a prescindere dal tipo di rumore presente nel canale.

Pertanto, la robustezza del sistema di comunicazione rappresenta una
10 caratteristica indispensabile quando le condizioni in cui avviene la comunicazione sono precarie.

Negli ultimi decenni si è affermato un moderno sistema di modulazione, detto Spread-Spectrum, che garantisce un'elevata qualità della comunicazione ed è ormai largamente utilizzato nelle comunicazioni
15 satellitari, nella telefonia mobile e nelle comunicazioni militari. Il nome è dovuto al fatto che la potenza del segnale da trasmettere viene distribuita in una banda ben più grande della banda necessaria.

Arte nota

Per garantire trasmissioni sicure e robuste in ambienti rumorosi, ad
20 esempio per comunicazioni wireless, il sistema di modulazione spread-spectrum rappresenta attualmente la migliore alternativa.

Le caratteristiche peculiari di questo sistema di modulazione sono un'occupazione in banda del segnale discreto, da trasmettere su un canale analogico, superiore a quella minima strettamente necessaria per la
25 trasmissione. Inoltre, viene utilizzata una codifica indipendente dalla sequenza da trasmettere e riutilizzabile in ricezione per ricostruire l'informazione.

Tale modulazione modifica quindi la composizione armonica dell'informazione, allargandone lo spettro e distribuendo la densità
30 spettrale di potenza in modo pressoché uniforme facendo assumere al segnale da trasmettere una forma simile a quella di un rumore a larga banda. Ciò garantisce una certa immunità al rumore in virtù del fatto che la potenza spettrale distribuita in modo uniforme subisce minore corruzione da parte del rumore a parità di potenza della sorgente, di

larghezza di banda del canale e di potenza del rumore rispetto ad altri metodi di modulazione convenzionali (es. AM, FM, PSK ecc...)

I pregi di questo tipo di modulazione sono:

- la capacità di combattere gli effetti di interferenza fra più utenti, riflessioni multiple del segnale (multipath);
- nascondere un segnale "fra il rumore", trasmettendo l'informazione a bassa potenza;
- fornire al messaggio sicurezza da attacchi attivi e passivi.

Generalmente, la modulazione spread-spectrum si basa su applicazioni di particolari sequenze binarie denominate pseudo-random o pseudo-noise che vengono combinate con la sequenza originale del segnale da trasmettere. Tali sequenze pseudo-random distribuiscono l'energia dell'informazione in una banda molto larga. Utilizzando ad esempio sequenze pseudo-random mutuamente ortogonali si permette a più utenti di comunicare simultaneamente nello stesso canale, come nel caso del sistema Code Division Multiple Access (CDMA).

In ricezione, la stessa sequenza pseudo-random consente di ricostruire il segnale a condizione che sia assicurata la sincronizzazione tra i generatori di sequenze pseudo-random presenti in trasmissione e nel ricevitore.

Un esempio di generatore di sequenze pseudo-random è mostrato nella vista schematica di figura 1.

Pur vantaggiosa sotto vari aspetti, la tecnica che richiede la generazione di sequenze pseudo-random presenta alcune limitazioni che potremmo identificare proprio nel termine "pseudo", nel senso che la sequenza non può essere totalmente casuale, dovendo essere nota sia in trasmissione sia in ricezione, ma può solo somigliare il più possibile ad una sequenza random. Ciò comporta una certa ciclicità e periodicità della sequenza che seppur molto grande assume un valore finito che è funzione della complessità del generatore di sequenza pseudo-random. Lo svantaggio principale di questo tipo di modulazione risiede nella complessità circuitale richiesta per l'esigenza di mantenere il sincronismo tra il trasmettitore ed il ricevitore.

Più recentemente, alla tecnica di modulazione convenzionale basata su sequenze pseudo-random si sono sostituite tecniche basate su una modulazione cosiddetta caotica.

5 Si veda ad esempio l'articolo: "Communicating with chaos: State of the art and engineering challenges" M.P. Kennedy, 4th Int. Workshop on Nonlinear Dynamics of Electronic Systems, June 27-28, 1996 Sevilla (ES), pages. 1-8.

Le proprietà che caratterizzano i sistemi di modulazione basati su segnali caotici sono:

- 10 - imprevedibilità, in quanto il valore assunto all'istante $t+\Delta t$ risulta imprevedibile all'istante t , quanto più Δt è grande-;
- la stretta somiglianza con i segnali casuali (randomness) dovuta al fatto che un processo caotico è, per sua stessa natura, un processo non stazionario e, in particolare, non periodico, per cui il suo spettro
15 cambia continuamente la sua distribuzione di potenza-;
- la capacità di auto-sincronizzazione, che comporta la convergenza delle traiettorie di due sistemi caotici interagenti;
- la sensibilità alle condizioni iniziali, che causa comportamenti divergenti da parte di sistemi identici in evoluzione libera con
20 condizioni iniziali prossime quanto si voglia l'una rispetto all'altra;
- la biforcazione. Ovvero quel fenomeno legato all'elevata sensibilità dei circuiti caotici rispetto alle variazioni parametriche, cosa che produce comportamenti dinamici estremamente incorrelati dello stesso sistema pur a partire da condizioni iniziali uguali.

25 In particolare, i principali metodi di modulazione caotica sono:

- il Chaotic Masking, vale a dire il mascheramento dell'informazione da trasmettere operato sommando ad essa un segnale caotico;
- il Chaos Shift Keying, che consiste nel trasmettere uno tra due segnali
30 caotici generati da due sistemi diversi associati rispettivamente a un bit di valore 0 e a un bit di valore 1. Lo stesso risultato si ottiene generando i due segnali con lo stesso sistema, ma variando i parametri tra due o più insiemi di valori prefissati;

- il Sistema Inverso; vale a dire un sistema di comunicazione in cui il circuito generatore di caos ed il ricevitore sono l'uno l'inverso dell'altro, caratteristica questa che garantisce la proprietà di auto-sincronizzazione per tutta la durata della trasmissione e senza ulteriore circuiteria.

Il problema tecnico che sta alla base della presente invenzione è quello di escogitare un sistema di comunicazione robusto, per trasmissioni in ambiente rumoroso, il quale abbia caratteristiche strutturali e funzionali tali da poter essere utilizzato in modulazione spread-spectrum ma basandosi su una portante caotica.

Sommario dell'invenzione

L'idea di soluzione che sta alla base della presente invenzione è quella di prevedere un sistema di comunicazione spread-spectrum basato sulla modulazione di una portante caotica e su un discriminatore non coerente per trasmissioni robuste in ambiente rumoroso.

La portante caotica potrebbe essere generata, ad esempio, da un circuito di Chua.

Sulla base di tale idea di soluzione, il problema tecnico è risolto da un sistema di comunicazione comprendente in cascata una sorgente discreta di segnale, un modulatore caotico di tale segnale, un canale di trasmissione rumoroso ed un ricevitore o discriminatore non coerente.

Le caratteristiche ed i vantaggi del sistema di telecomunicazione secondo l'invenzione risulteranno dalla descrizione, fatta qui di seguito, di un esempio di realizzazione dato a titolo indicativo e non limitativo con riferimento ai disegni allegati.

In tali disegni:

Breve descrizione dei disegni

la figura 1 mostra una vista schematica di un generatore di sequenze pseudo-casuali utilizzato in un sistema di modulazione spread-spectrum secondo l'arte nota;

la figura 2 mostra una vista schematica di un sistema di comunicazione secondo la presente invenzione;

- la figura 3 mostra una vista schematica di un esempio di realizzazione di un modulatore caotico di tipo noto come circuito di Chua;
- la figura 4 mostra un diagramma tensione-tensione di traiettorie di evoluzione del modulatore di figura 3;
- 5 la figura 5 mostra un diagramma tensione-tensione di traiettorie di evoluzione di una sola porzione del modulatore di figura 3;
- le figure 6a, 6b, 6c e 6d mostrano rispettivi diagrammi tensione-tempo dei segnali in ingresso, in fase di trasmissione, in fase di ricezione e in uscita per il sistema di comunicazione secondo l'invenzione;
- 10 la figura 7 mostra una vista schematica di un esempio di realizzazione di una porzione del sistema di comunicazione secondo l'invenzione:
- la figura 8 mostra un diagramma tensione-tensione di traiettorie di evoluzione di una porzione del modulatore di figura 3;
- la figura 9 mostra un diagramma tensione-tensione di traiettorie di
15 evoluzione di un'altra porzione del modulatore di figura 3;
- le figure 10a, 10b, 10c e 10d mostrano rispettivi diagrammi tensione-tempo dei segnali in ingresso, in fase di trasmissione, in fase di ricezione e in uscita per il sistema di comunicazione secondo l'invenzione in una sua variante di realizzazione;
- 20 la figura 11 mostra una vista schematica di un secondo esempio di realizzazione di una porzione del sistema di comunicazione secondo l'invenzione;
- le figure 12, 13 14 e 15 mostrano rispettive viste schematiche di esempio circuitali di realizzazione di parti componenti la porzione del sistema di
25 comunicazione mostrata nelle figure 7 e 11.

Descrizione dettagliata

Con riferimento a tali figure, ed in particolare all'esempio di figura 2, con 1 è globalmente e schematicamente indicato un sistema di comunicazione realizzato in accordo con la presente invenzione per effettuale trasmissioni
30 di segnali in ambiente rumoroso.

Il sistema 1 è di tipo robusto, vale a dire che l'informazione ricostruita in ricezione è efficiente a prescindere dal tipo di canale di trasmissione, o meglio, a prescindere dal tipo di rumore presente nel canale.

Il sistema 1 comprende una sorgente 2 discreta di valori logici, 0 o 1, o di simboli.

A valle della sorgente 2 è previsto un modulatore 3 di tipo caotico. Il modulatore caotico 3 può essere anche di tipo noto, ad esempio si può
5 pensare di utilizzare un circuito di Chua mostrato schematicamente in figura 3.

A valle del modulatore caotico 3 è previsto un canale 4 di trasmissione che sfocia in un ricevitore 5 che è sostanzialmente un discriminatore non coerente che verrà descritto nel seguito.

10 Nel caso più semplice la sorgente 2 genera i bit 0 ed 1 come livelli di tensione pari a 0V e 5V rispettivamente. Questo segnale viene amplificato e decurtato della componente continua ottenendo una forma d'onda compresa tra +3V e -3V che costituisce il segnale modulante. Il modulatore caotico 3 viene controllato dal segnale modulante, spostando
15 la propria traiettoria da un attrattore all'altro.

Nel caso in cui il modulatore 3 sia costituito dal circuito di Chua di figura 3, il segnale modulante d viene sommato alla tensione presente ai capi di uno C1 dei due condensatori C1, C2. Questa tecnica è nota come Dithering e viene applicata ai sistemi non lineari per controllarne
20 l'evoluzione con l'obiettivo di linearizzare il sistema stesso.

Il segnale di controllo d , che prende appunto il nome di dither, viene sommato al segnale di ingresso $u(t)$ a monte dell'elemento non lineare del sistema, modificando così la caratteristica che lega l'uscita del circuito all'ingresso $u(t)$.

25 In questo caso, è di interesse che il sistema permanga non lineare ed il ricorso al segnale di dithering serve solo a spostare le traiettorie del modulatore 3 agendo sull'ingresso alla non-linearità.

Vantaggiosamente, secondo l'invenzione, è possibile scegliere una differente struttura del discriminatore 5 non coerente.

30 In una prima forma preferita di realizzazione il discriminatore 5 viene realizzato tramite la sequenza di blocchi funzionali mostrata in figura 7.

Come mostrato in figura 4, il modulatore caotico 3 viene sollecitato da un segnale esterno ad evolvere lungo attrattori diversi.

In trasmissione viene associato un attrattore a ciascun simbolo e, in ricezione, il discriminatore 5 non coerente ricostruisce la sequenza del segnale originale attraverso un opportuno sistema di filtraggio.

Come già visto, la sorgente 2 genera una sequenza di bit 0 ed 1. Al bit 0, o
5 meglio al livello logico basso, viene associata un'evoluzione caotica corrispondente all'attrattore di Chua completo, denominato double-scroll e mostrata in figura 4.

Invece, al livello logico alto viene associato un attrattore di Rossler, ovvero un solo lobo dell'attrattore di Chua la cui evoluzione è mostrata in figura
10 5.

Nel diagramma di figura 6a viene riprodotta in funzione del tempo una sequenza di bit trasmessi; mentre in figura 6b è mostrata l'uscita del modulatore caotico 3. In questa prima soluzione il discriminatore 5 è composto da un filtro 6 passa alto che elimina le armoniche a frequenza
15 più bassa del segnale ricevuto. Quindi, un raddrizzatore 7 fornisce il valore assoluto dell'onda. Un filtro passa-basso 8 effettua una media dell'onda raddrizzata ottenendo un segnale filtrato mostrato in figura 6c.

Il risultato viene confrontato con una soglia positiva tramite un comparatore 9, in quanto le forme d'onda raddrizzate, relative alle due
20 evoluzioni caotiche, hanno entrambe una componente continua maggiore di zero. Il segnale d'uscita del comparatore 9 è trasmesso ad un partitore 10 e la sequenza originale ricostruita in ricezione, come chiaramente visibile in figura 6d.

IL tecnico del ramo potrà apprezzare come il sistema secondo l'invenzione
25 sia autosincronizzante.

In un secondo esempio di realizzazione dato a titolo indicativo e non limitativo con riferimento alle figure da 8 a 11, il discriminatore 5 non coerente viene semplificato senza però modificare i principi dell'invenzione.

In questo esempio, si associa al livello logico basso una dinamica caotica
30 corrispondente al lobo sinistro dell'attrattore di Chua come mostrato in figura 9.

Invece, al livello logico alto viene fatto corrispondere il lobo destro dell'attrattore di Chua, come mostrato in figura 8.

Le due forme d'onda associate ai livelli logici di figura 10a sono caratterizzate da una componente continua uguale in modulo ed opposta in segno (positiva per il lobo destro e negativa per il lobo sinistro).

Il discriminatore 5 riceve in ingresso il segnale di fig. 10b e lo filtra con un
5 filtro 11 passa-basso del quarto ordine mostrato in figura 11. Il segnale d'uscita del filtro 11 è processato da un comparatore 12 con soglia nulla, ottenendo un'onda quadra tra -15V e +15V. Infine, un partitore 13 scala l'onda quadra fra 0V e 5V ottenendo il segnale d'uscita di figura 10d.

In figura 12 è riportata una possibile implementazione circuitale della
10 prima soluzione descritta, quella inerente all'attrattore di Chua completo. In particolare, in figura 12 è illustrato il modulo di ingresso, ovvero un filtro 6 passa-alto del 4° ordine. Segue, in figura 13, lo schema di un raddrizzatore 7 a doppia semi onda ed, infine, in figura 14, il filtro passa-basso 8, sempre del 4° ordine, seguito dal comparatore 9 a soglia. Il
15 partitore 10 in uscita scala la tensione fra 0V e 5V.

Analogamente, per la seconda soluzione, viene riportato in fig. 15 un'implementazione ad elementi discreti del discriminatore non coerente. Come già detto, questo secondo esempio di realizzazione rende il discriminatore molto più semplice, diminuendo il numero di componenti.
20 Sono, infatti, sufficienti un filtro 11 passa-basso del 4° ordine, un comparatore 12 con soglia nulla ed un partitore 13.

Le differenze tra le due soluzioni precedentemente descritte si possono riassumere brevemente. La distinzione più palese è data dalla complessità che caratterizza il discriminatore 5 a seconda che si adotti la prima o la
25 seconda soluzione. Nel primo caso occorrono almeno nove amplificatori operazionali rispetto ai soli quattro sufficienti per la seconda soluzione. Gli elementi in sovrannumero sono necessari per suscitare, nella forma d'onda derivata dall'attrattore double scroll, una componente continua frutto delle operazioni di filtraggio e di raddrizzamento. Nella seconda
30 soluzione le due forme d'onda sono di per sé caratterizzate da una componente continua di segno opposto facilmente identificabile. Da tutto ciò si ricava una seconda distinzione che consiste nella minor potenza media spesa per trasmettere le forme d'onda del primo sistema proposto dal momento che il double scroll ha una componente continua pressoché
35 nulla. Entrambi gli esempi di realizzazione garantiscono una frequenza di

trasmissione pari a circa un decimo della larghezza di banda del canale che corrisponde allo stesso limite delle trasmissioni spread-spectrum in arte nota.

5 Un paragone con i sistemi di modulazione riportati in arte nota, può far pensare ad una somiglianza con il metodo Chaos Shift Keying. Questa somiglianza è data dal fatto che nella modulazione CSK si associano i bit 0 ed 1 a due evoluzioni caotiche differenti, ma un sistema di comunicazione basato su una tale modulazione presenta lo svantaggio di richiedere opportuni circuiti e condizioni per la sincronizzazione della trasmissione
10 tra trasmettitore e ricevitore.

Al contrario, il sistema secondo l'invenzione prescinde dalla sincronizzazione tra trasmettitore e ricevitore, facendo comunque riferimento alle caratteristiche degli attrattori caotici.

15 Associando all'informazione generata dalla sorgente 2 attrattori diversi da quelli proposti, sarebbe comunque possibile apportare semplici accorgimenti al discriminatore 5 affinché il sistema garantisca una corretta trasmissione.

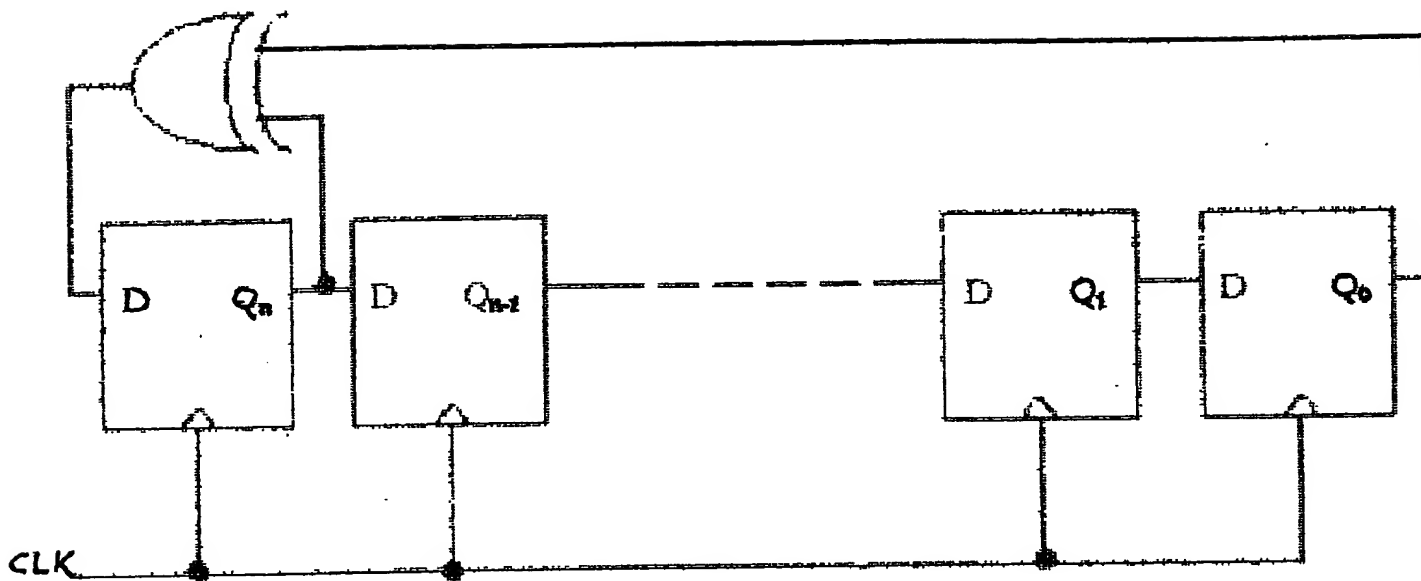
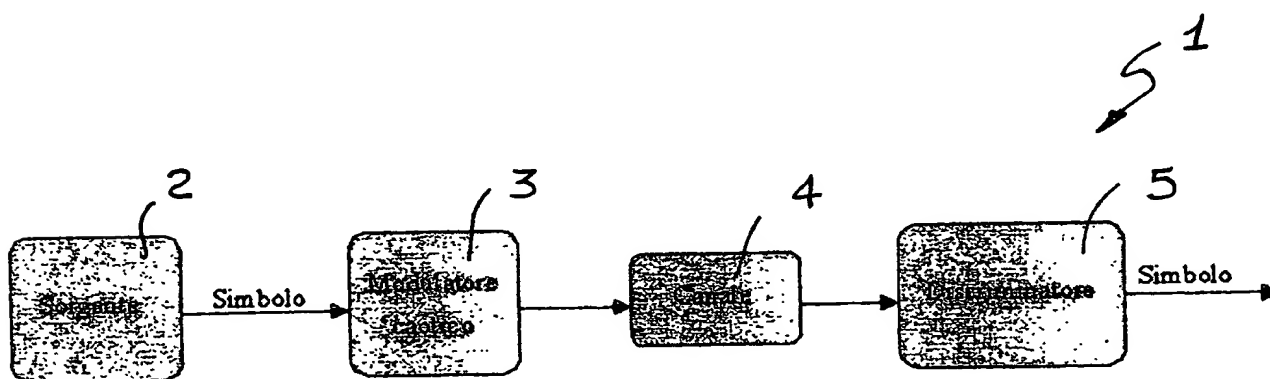
RIVENDICAZIONI

1. Sistema (1) di comunicazione robusto per trasmissioni in ambiente rumoroso, caratterizzato dal fatto di comprendere in cascata una sorgente (2) discreta di segnale, un modulatore (3) caotico di tale
5 segnale, un canale (4) di trasmissione rumoroso ed un ricevitore (5) o discriminatore non coerente.
2. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto discriminatore (5) non coerente comprende un filtro (6) passa alto, che
10 elimina le armoniche a frequenza più bassa del segnale ricevuto, un raddrizzatore (7), che fornisce il valore assoluto dell'onda e un filtro passa-basso (8), che effettua una media dell'onda raddrizzata.
3. Sistema secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che detto discriminatore (5) comprende ulteriormente un comparatore (9) situato a valle del filtro passa-basso.
- 15 4. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che ad un valore logico basso generato da detta sorgente discreta (2) di segnale viene associata un'evoluzione caotica corrispondente ad un attrattore di Chua completo.
5. Sistema secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto
20 discriminatore (5) non coerente comprende un filtro (11) passa-basso collegato in uscita ad un comparatore (12) con soglia nulla, e un partitore (13) connesso a valle del comparatore per scalare il segnale d'uscita ad onda quadra.
6. Sistema secondo la rivendicazione 2, caratterizzato dal fatto che di
25 essere autosincronizzante.
7. Sistema secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che ad un valore logico basso generato da detta sorgente discreta (2) di segnale viene associata una dinamica caotica corrispondente al solo lobo sinistro di un attrattore di Chua.
- 30 8. Sistema secondo la rivendicazione 5, caratterizzato dal fatto che detto filtro (11) passa-basso è del quarto ordine.

RIASSUNTO

L'invenzione riguarda un sistema (1) di comunicazione robusto per trasmissioni in ambiente rumoroso e comprendere in cascata una sorgente (2) discreta di segnale, un modulatore (3) caotico di tale segnale,
5 un canale (4) di trasmissione rumoroso ed un ricevitore (5) o discriminatore non coerente. Vantaggioramente, in una forma preferita di realizzazione, il discriminatore (5) non coerente comprende un filtro (6) passa alto, che elimina le armoniche a frequenza più bassa del segnale ricevuto, un raddrizzatore (7), che fornisce il valore assoluto dell'onda e un
10 filtro passa-basso (8), che effettua una media dell'onda raddrizzata, nonché un comparatore (9) situato a valle del filtro passa-basso.

(Fig. 2)

**Fig. 1****Fig. 2**

2/6

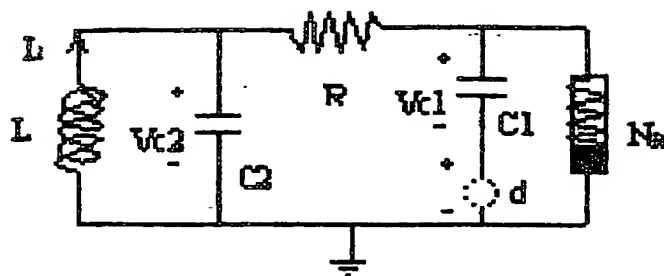


Fig. 3

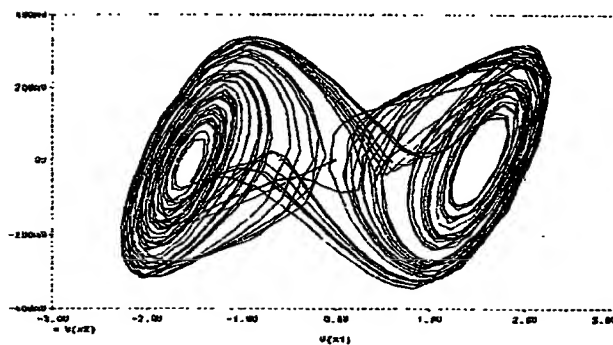


Fig. 4

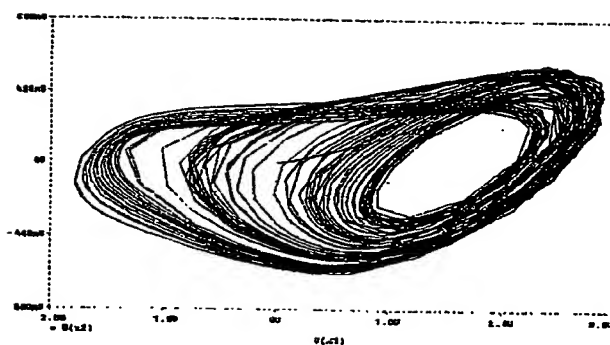
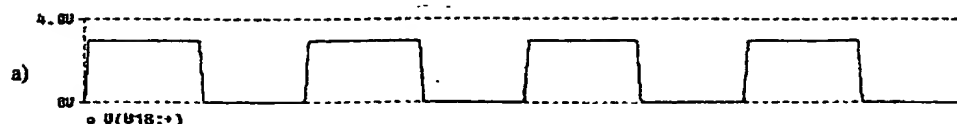


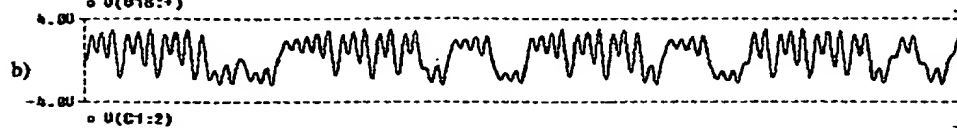
Fig. 5

3/0

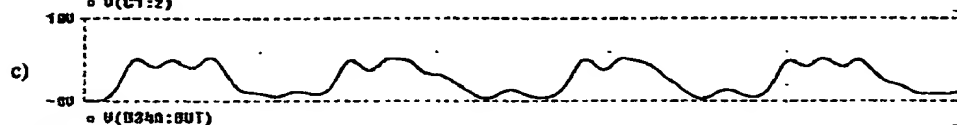
Segnale in ingresso



Segnale trasmesso



Segnale filtrato



Segnale in uscita

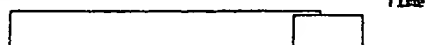
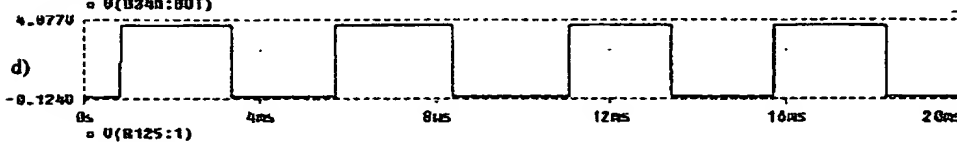


Fig. 6

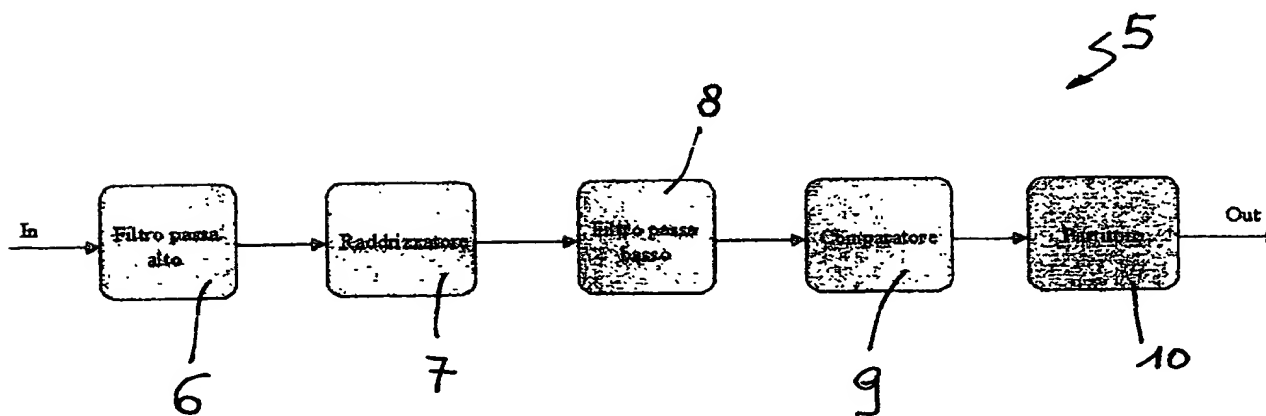


Fig. 7

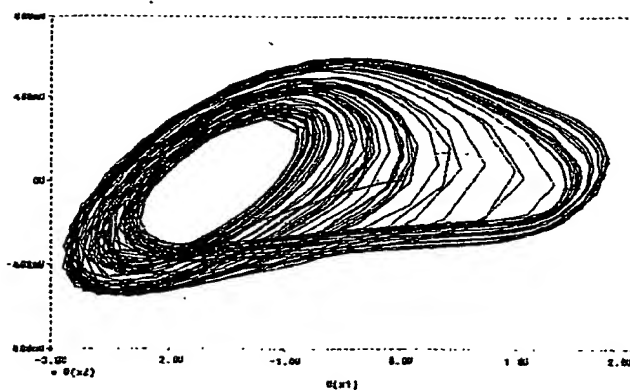


Fig. 8

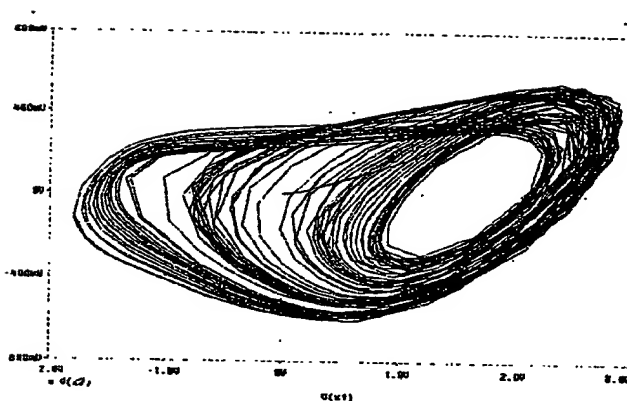
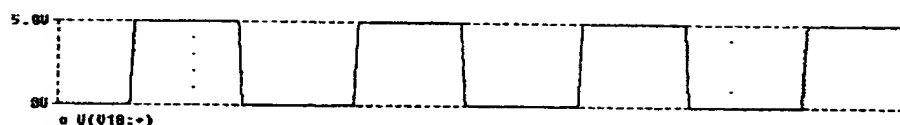
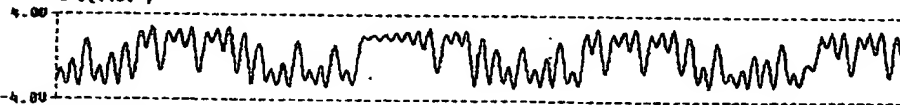


Fig. 9

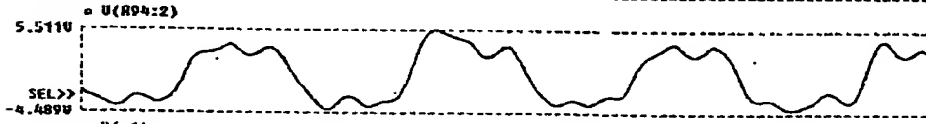
Segnale in ingresso



Segnale trasmesso



Segnale filtrato



Segnale in uscita

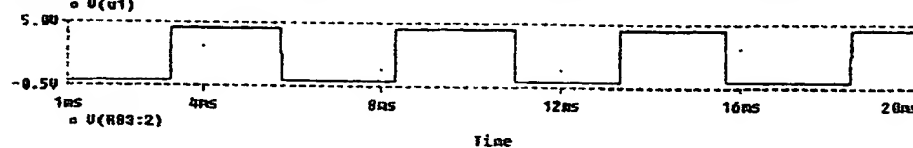


Fig. 10

5/6

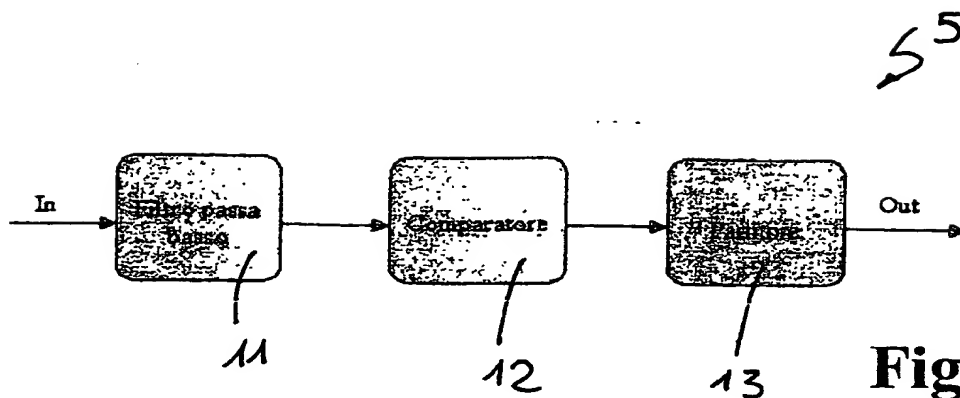


Fig. 11

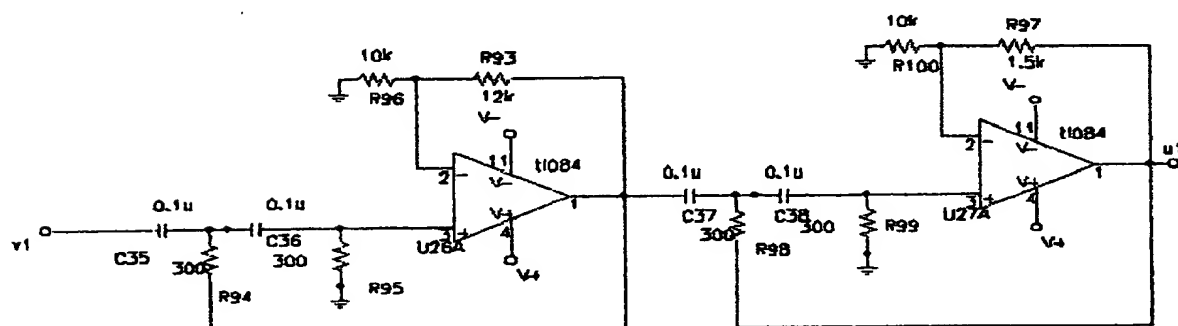


Fig. 12

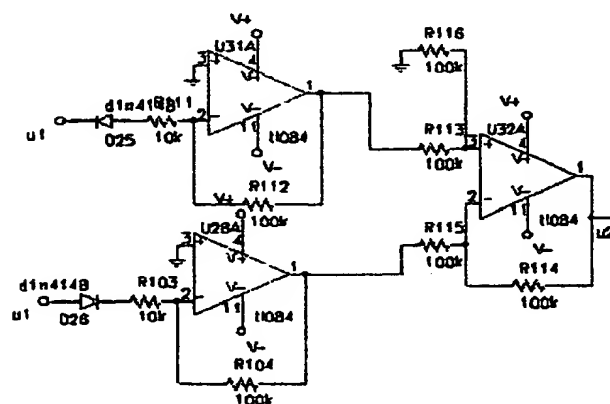


Fig. 13

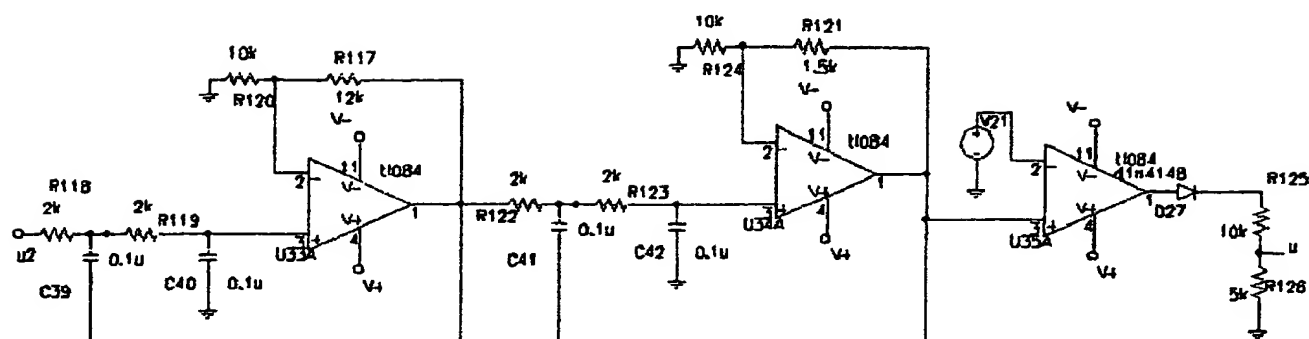


Fig. 14

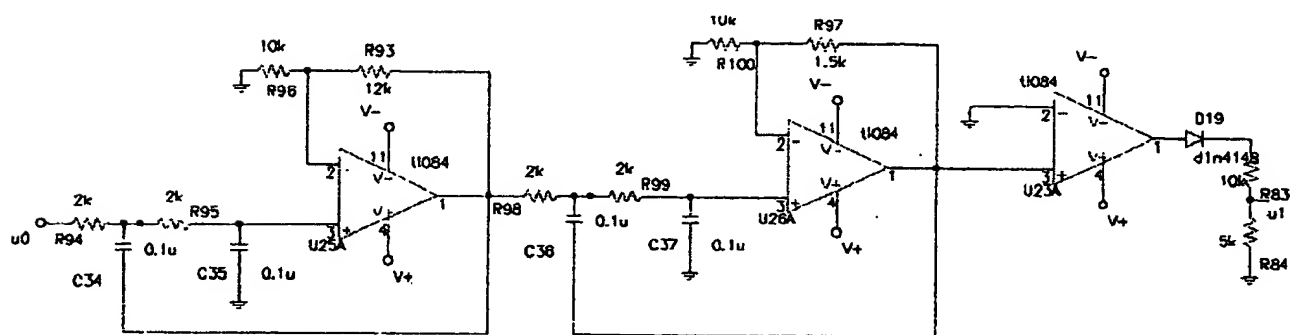


Fig. 15